

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-92530

(P2003-92530A)

(43) 公開日 平成15年3月28日 (2003.3.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\* (参考)

H 0 3 H 9/19

H 0 3 H 9/19

J 5 J 1 0 8

9/21

9/21

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-281824 (P2001-281824)

(22) 出願日 平成13年9月17日 (2001.9.17)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 棚谷 英雄

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 北村 文孝

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100096806

弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

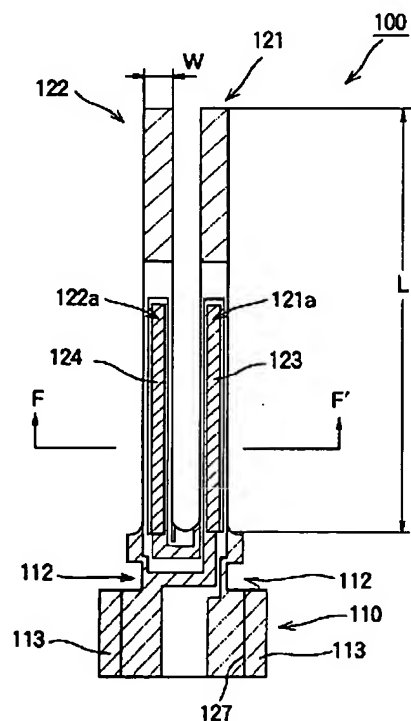
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音叉型振動片、音叉型振動子、音叉型発振器及び電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片、音叉型振動子、音叉型発振器及び電子機器を提供すること。

【解決手段】 基部110と、前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部121、122と、を備え略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片であって、前記複数の各振動腕部の表面部及び/又は裏面部に溝部121a若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部112が形成され、さらに、前記振動腕部の突出方向の長さLが略1162μm乃至略2013μmに形成され、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さWが略50μm乃至略150μmに形成され、且つ、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることで音叉型振動片100を構成する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】基部と、

前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部と、を備え略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片であって、前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の突出方向の長さが略1162μm乃至略2013μmに形成され、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50μm乃至略150μmに形成され、且つ、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることを特徴とする音叉型振動片。

## 【請求項2】基部と、

前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部とを備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片がパッケージ内に収容されている音叉型振動子であって、前記音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の突出方向の長さが略1162μm乃至略2013μmに形成され、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50μm乃至略150μmに形成され、且つ、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることを特徴とする音叉型振動子。

【請求項3】前記パッケージが箱状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の音叉型振動子。

【請求項4】前記パッケージが所謂シリンダタイプに形成されていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の音叉型振動子。

## 【請求項5】基部と、

前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部とを備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片と集積回路がパッケージ内に収容されている音叉型発振器であって、前記音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50μm乃至略150μmに形成されていると共に、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることを特徴とする音叉型発振器。

## 【請求項6】基部と、

前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部と

を備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片がパッケージ内に収容されている音叉型振動子であり、前記音叉型振動子を制御部に接続している電子機器であって、前記音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50μm乃至略150μmに形成されていると共に、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることを特徴とする電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

【0002】本発明は、水晶からなる音叉型振動片、この音叉型振動片を有する音叉型振動子、この音叉型振動子を備える音叉型発振器や電子機器に関する。

## 【0003】

【従来の技術】従来、例えば音叉型水晶振動片は、例えば図11に示すように構成されている。すなわち、音叉型水晶振動片10は、基部11と、この基部11から突出して形成されている2本の腕部12、13を有している。そして、この2本の腕部12、13と基部11には、図示しない電極部が形成され、その後、所定のパッケージ内に導電性接着剤によって、電気的に接続されつつ固定され、音叉型振動子が形成される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような音叉型振動子10が実際に電子機器等に配置され使用されると、使用者の不注意等により電子機器等が落下し、この落下等により音叉型振動子10も衝撃を受けることになる。このとき受けた衝撃で音叉型振動片10等が発振する周波数が大きく変化すると、音叉型振動片10及び音叉型振動子の不良の原因となる。このため、落下等による耐衝撃性が一定の範囲に収まること、すなわち、落下前の音叉型振動片10の周波数と落下後の周波数との差である周波数偏差の絶対値が一定の範囲内に収まるのが極めて重要となる。

【0005】本発明は上記問題に鑑み、所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片、音叉型振動子、音叉型発振器及び電子機器を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的は、請求項1の発明によれば、基部と、前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部と、を備え略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片であって、前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共

に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の突出方向の長さが略1162 $\mu$ m乃至略2013 $\mu$ mに形成され、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50 $\mu$ m乃至略150 $\mu$ mに形成され、且つ、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80 $\mu$ m乃至略130 $\mu$ mに形成されていることを特徴とする音叉型振動片により達成される。

【0007】ところで、音叉型振動片の落下等の衝撃は、前記請求項1の構成における前記基部からの前記振動腕部へのモーメント力である。すなわち、このモーメント力は、前記振動腕部の基部からの突出方向である長さに重量を乗じた値である。したがって、モーメント力を小さくするためには、突出方向である振動腕部の長さを短くすればするほど良いことになる。すなわち周波数が高くするほど耐衝撃性が良好となることになる。そして、この振動腕部の長さは、音叉型振動片の発振する周波数をどのような値にするか、そして、請求項1の前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さをどのような値にするかによって定まることになる。

【0008】請求項1では、音叉型振動片の発振する周波数を略32.768kHzとし、前記振動腕部の前記幅方向の長さが略50 $\mu$ m乃至略150 $\mu$ mとされる。また、前記振動腕部には、請求項1のように前記溝部又は前記貫通孔が形成され、前記振動腕部内に電界を効率的に発生させる構成となっている。このため、請求項1の音叉型振動片では、従来の32.768kHzの音叉型振動片と比べ前記振動腕部の前記幅方向の長さが短くなっている。このように前記音叉型振動片の周波数を32.768kHzとし、前記振動腕部の前記幅方向の長さを略50 $\mu$ m乃至略150 $\mu$ mとした場合、前記振動腕部の長さは、略1162 $\mu$ m乃至略2013 $\mu$ mとなる。このような条件下で、前記モーメント力を小さくするには、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さを短くすればするほど良いはずである。

【0009】しかし、製造上の限界である略80 $\mu$ mが下限として定められる。また、前記耐衝撃性としては、許容値としての周波数偏差絶対値（落下前の周波数を基準に落下後の周波数と落下前の周波数の偏差を絶対値にしppm単位で表したもの）があり、この周波数偏差絶対値を5ppmとした場合、前記振動腕部の厚み方向の長さを、上限で略130 $\mu$ m以下とすることで5ppm以下が達成することができた。以上のように請求項1の構成によれば、所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片となる。

【0010】前記目的は、請求項2の発明によれば、基部と、前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部とを備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片がパッケージ内に収容されている音叉型振動子であって、前記

音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の突出方向の長さが略1162 $\mu$ m乃至略2013 $\mu$ mに形成され、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50 $\mu$ m乃至略150 $\mu$ mに形成され、且つ、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80 $\mu$ m乃至略130 $\mu$ mに形成されていることを特徴とする音叉型振動子により達成される。

10 【0011】請求項2の構成によれば、前記音叉型振動子が請求項1と同様の前記音叉型振動片を有するので、この音叉型振動片は、請求項1と同様に所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片となる。そして、請求項2の構成では、このように耐衝撃性に優れた音叉型振動片を有する音叉型振動子となる。

20 【0012】好ましくは、請求項3の発明によれば、請求項2の構成において、前記パッケージが箱状に形成されていることを特徴とする音叉型振動子である。請求項3の構成によれば、前記パッケージが箱状に形成されている場合も、耐衝撃性に優れた音叉型振動片を有する音叉型振動子となる。

【0013】好ましくは、請求項4の発明によれば、請求項2又は請求項3の構成において、前記パッケージが所謂シリンダタイプに形成されていることを特徴とする音叉型振動子である。請求項4に構成によれば、前記パッケージが所謂シリンダタイプに形成されている場合も、耐衝撃性に優れた音叉型振動片を有する音叉型振動子となる。

30 【0014】前記目的は、請求項5の発明によれば、基部と、前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部とを備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片と集積回路がパッケージ内に収容されている音叉型発振器であって、前記音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50 $\mu$ m乃至略150 $\mu$ mに形成されていると共に、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80 $\mu$ m乃至略130 $\mu$ mに形成されていることを特徴とする音叉型発振器により達成される。

40 【0015】請求項5の構成によれば、前記音叉型発振器が請求項1と同様の前記音叉型振動片を有するので、この音叉型振動片は、請求項1と同様に所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片となる。そして、請求項5の構成では、このように耐衝撃性に優れた音叉型振動片を有する音叉型発振器となる。

50 【0016】前記目的は、請求項6の発明によれば、基

部と、前記基部から突出して形成されている複数の振動腕部とを備え、略32.768kHzで発振する周波数特性を有する水晶で形成されている音叉型振動片がパッケージ内に収容されている音叉型振動子であり、前記音叉型振動子を制御部に接続している電子機器であって、前記音叉型振動片の前記複数の各振動腕部の表面部及び／又は裏面部に溝部若しくは貫通孔が形成されると共に、前記基部には、切り込み部が形成され、さらに、前記振動腕部の前記突出方向に直交する幅方向の長さが略50μm乃至略150μmに形成されていると共に、前記振動腕部の前記突出方向に直交する厚み方向の長さが略80μm乃至略130μmに形成されていることを特徴とする電子機器により達成される。

【0017】請求項6の構成によれば、前記音叉型発振器が請求項1と同様の前記音叉型振動片を有するので、この音叉型振動片は、請求項1と同様に所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片となる。そして、請求項6の構成では、このように耐衝撃性に優れた音叉型振動片を有する電子機器となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0019】（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態に係る音叉型水晶振動片100を示す図である。音叉型水晶振動片100は、例えば所謂水晶Z板となるように水晶の単結晶を切り出して形成されている。また、図1に示す音叉型水晶振動片100は例えば32.768kHzで発振する振動片であるため、極めて小型の音叉型水晶振動片となっている。このような音叉型水晶振動片100は、図1に示すように、基部110を有している。そして、この基部110から図において上方向に突出するように振動腕部である音叉腕121、122が2本配置されている。

【0020】また、この音叉腕121、122の表面と裏面には、溝部121a、122aが図1に示すように形成されている。この溝部121a、122aは、図1に示されていない音叉腕121、122の裏面側にも同様に形成されているため、図2に示すように図1のF-F'断面図では、略H型に形成されている。

【0021】また、この溝部121a、122aには、図1及び図2に示すように溝電極123、124が配置され、これら溝電極123、124と対向するように、図2に示すように側面電極125、126が配置されている。したがって、電圧が図1に示す基部電極127を介して、溝電極123、124及び側面電極125、1

26に印加されると、音叉腕121、122内部に効果的に電界が発生し、振動損失が低くCI値も低く抑えることができる音叉型水晶振動片100となる。なお、本実施の形態では、上述のように音叉腕121、122に溝部121a、122aが形成されているが、これに限らず、音叉腕121、122に貫通孔を形成して、電極を配置しても構わない。

【0022】ところで、図1に示す音叉腕121、122の図において縦方向の長さである音叉腕長さLは例えば1644μmに形成されている。また、基部110は、全体が略板状に形成されていると共に、図1に示すように切り込み部112が例えば2カ所形成されている。この切り込み部112、112は、音叉腕部121、122の基部110からの突出方向（図において縦方向）と直交する方向（基部110の幅方向）に向かって形成されている。このように切り込み部112、112が形成されているため、音叉腕121、122の振動の基部110のマウント部113への漏れを小さくすることができるようになっている。すなわち、前記音叉腕部121、122の垂直方向成分の振動漏れを有効に抑え、CI値の音叉型水晶振動片間のバラツキを小さくすることができる。ここで、マウント部113は、音叉型水晶振動片100を導電性接着剤によりパッケージ等に固定し電気的に接続するための部分を指す。

【0023】また、音叉腕121、122の幅方向の長さWは、たとえば100μmとなっている。さらに、音叉腕121、122の厚み方向の厚さDは、たとえば100μmに形成されている。

【0024】以上のように構成される音叉型水晶振動片100は、たとえばシリンダーパッケージやセラミックパッケージ等にパッケージングされると音叉型水晶振動子となり、この音叉型水晶振動子が各種電子機器に搭載されて、利用されることになる。そして、このように音叉型水晶振動片100が搭載された電子機器等が誤って落下等されると、その衝撃により音叉型水晶振動片100の周波数に変化が生じることが一般に知られている。このような周波数の変化が大であると音叉型水晶振動片100の品質の劣化となるため、周波数の変化を一定の範囲内に収める必要がある。

【0025】ところで、落下等による音叉型水晶振動片100に対する衝撃は、基部110から音叉腕121、122へのモーメント力であり、このモーメント力は、音叉腕長さLに重量を乗じたものである。ここでモーメント力を小さくし耐衝撃性を良くするには、先ず、音叉腕121、122の長さLを可能な限り短くすることが必要となる。しかし、本実施の形態では、音叉型水晶振動片100の周波数を32.768kHzとする必要があるため、この周波数を維持するための最小限の音叉腕121、122の長さLを確保する必要がある。

【0026】本実施の形態では、周波数を32.768

kHzとするため、音叉腕121, 122の長さLを1644 $\mu$ mとしたが、これに限らず1162 $\mu$ m又は2013 $\mu$ mとしてもよい。

【0027】一方、前記モーメント力を小さくするには、重量を小さくすることが有効である。具体的には、音叉腕121, 122の図2の音叉腕の幅W及び厚さDを小さくすれば重量が小となる。先ず、音叉腕の幅Wは、周波数を32.768kHzとする必要があるため、音叉腕の長さLによって、その値が異なる。本実施の形態では、音叉腕の長さLを1644 $\mu$ mとしたため、音叉腕の幅Wは、100 $\mu$ mと成っている。この音叉腕の長さLが上述のように1162 $\mu$ m又は2013 $\mu$ mとされた場合は、音叉腕の幅Wは、それぞれ50 $\mu$ m、150 $\mu$ mとなることになる。

【0028】このように音叉腕の長さLが定まり、音叉腕の幅Wが定まると、残りは音叉腕の厚みDということになる。音叉腕の厚みDは、上述のより出来るだけ薄くすれば上述の「重量」が小さくなり、モーメント力が小さくなり、耐衝撃性が良好になるはずである。しかし、製造上の限界である80 $\mu$ mを越えて音叉腕121, 122を薄く形成することはできない。本実施の形態の音叉型水晶振動片100では、音叉腕の厚みDを製造容易且つ薄い100 $\mu$ mとしている。

【0029】このように定められた音叉型水晶振動片100の耐衝撃性は、具体的には周波数の変化が程度として表れるので、以下のように実験で検証される。すなわち、このような周波数32.768kHzの音叉型水晶振動片100の落下等の衝撃による周波数の変化が、その許容値である一定の範囲の周波数偏差絶対値(ppm)内に収まるか否かで判断する。この周波数偏差は、具体的には、所定の落下試験で、落下前の音叉型水晶振動片100の周波数をf1とし、落下後の音叉型水晶振動片100の周波数をf2とした場合の周波数偏差は $(f2 - f1) / f1$  (ppm)である。そして、この周波数偏差の値の絶対値を周波数偏差絶対値とする。

【0030】図3は、このような周波数偏差絶対値と音叉腕の厚さDとの関係を示すグラフである。図3のグラフにおいて縦軸は周波数偏差の絶対値(ppm)であり、横軸は音叉腕の厚みDを製造上の限界である80 $\mu$ mから140 $\mu$ mまで厚くしたものである。

【0031】さらに、落下実験の対象は、本実施の形態の音叉型水晶振動片100(音叉腕の長さW:1644 $\mu$ m、音叉腕の幅W:100 $\mu$ m)だけでなく、他の音叉型水晶振動片A(音叉腕の長さW:1162 $\mu$ m、音叉腕の幅W:50 $\mu$ m)、他の音叉型水晶振動片B(音叉腕の長さW:2013 $\mu$ m、音叉腕の幅W:150 $\mu$ m)についても行った。落下試験は、実験対象の音叉型水晶振動片をシリンダーやセラミックパッケージにパッケージングし、たとえば100gの治具に固定して図4に示すX、Y及びZ方向に落下させた。そして、これら

X、Y及びZ方向にそれぞれ10回づつ落下させた音叉型水晶振動片の周波数偏差の絶対値が許容値である5ppm以内になるか否かを確認した。

【0032】周波数偏差絶対値(ppm)は、通常の許容限度である5ppmとした。本実施の形態の音叉型水晶振動片100は音叉腕の厚みDが100 $\mu$ mなので図3のグラフからも2.5ppmで許容範囲内に十分含まれているが、本実施の形態の音叉型水晶振動片100の厚みを130 $\mu$ mまで厚くしても4ppmで上述の許容範囲に含まれることが判明した。また、同じく実験した上述した他の音叉型水晶振動片Aは、音叉腕の厚みDを130 $\mu$ mとしても2.5ppm以内に収まり、上述の許容範囲内に含まれる。さらに、他の音叉型水晶振動片Bの場合も、音叉腕の厚みDを130 $\mu$ mとした場合でも5ppm以内に収まった。

【0033】このように本実施の形態の係る音叉型水晶振動片100は、音叉腕の厚さDを80 $\mu$ mのみならず、130 $\mu$ mまで厚くしても周波数偏差絶対値(ppm)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた振動片となる。また、前記他の音叉型水晶振動片A及びBも音叉腕の厚みDを100 $\mu$ m乃至130 $\mu$ mとしても、周波数偏差絶対値(ppm)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた振動片となることが判明した。

【0034】ところで、図1に示される切り込み部112は、音叉型水晶振動片100毎のCI値のバラツキを抑えるため振動漏れを抑制するものである。以下、この振動漏れについて詳細に説明する。図1に示す音叉型水晶振動片100は、上述のように小型化されているため、図2に示す音叉腕121, 122の音叉腕の幅Wは、100 $\mu$ mと極めて狭くなっている。また音叉腕の厚みDも100 $\mu$ mと薄くなっている。

【0035】ところで、図5(a)(b)は音叉型水晶振動片の振動状態を説明する概略説明図であり、図5(a)は、音叉型水晶振動片の従来の振動状態を説明する説明図であり、図5(b)は、音叉型水晶振動片の垂直方向の成分を含む振動状態を説明する説明図である。

【0036】図5に示すように音叉型水晶振動片の音叉腕121, 122は、図5(a)に示すように、幅Wが長く厚みDが短ければ、図において矢印Bに示すように通常の水平方向の振動を行うこととなる。しかし、上述のように幅Wが短くなると、図5(b)に示すように、垂直方向の成分(図において矢印C方向)を含むようになり、矢印Eで示す方向に音叉腕121, 122が振動するようになる。

【0037】図6は、垂直振動成分変位量(nm)と音叉腕121, 122の幅W/厚みDとの関係を示すグラフである。図6に示すグラフでも明らかなように垂直振動成分変位量(nm)は音叉腕121, 122の幅W/厚みDが1.2より小さくなると急激に変位量も大きく

なるのがわかる。このように音叉腕121、122の振動の垂直成分が増加した状態で、音叉腕121、122が振動すると、この垂直成分の振動が図1の基部110のマウント部113、113へと伝わり、エネルギーが逃げてしまうことになる。このようなエネルギーの逃げである振動漏れが生じると、音叉腕121、122の振動が不安定となり、音叉型水晶振動片100毎のCI値のバラツキが大なる。

【0038】したがって、音叉型水晶振動片100毎のCI値のバラツキを抑えるために、この振動漏れを抑える必要があり、振動漏れを上述の切り込み部112、112によって抑える構成となっている。このため、音叉腕121、122から漏れた振動は、切り込み部112、112によって、幅が狭くなった部分で振動漏れが抑えられ、マウント部113、113への影響を小さくすることができる。

【0039】このように、本実施の形態では、切り込み部112、112が形成されているため、漏れ振動が基部110のマウント部113等へ影響を及ぼし、マウント部113からエネルギーが漏れ、振動片毎によるCI値のバラツキが大きくなるという減少を有効に抑えることができる。本実施の形態の音叉型水晶振動片100を用いて実験した結果、CI値平均が40kΩ、標準偏差4.0kΩという優れた結果となった。

【0040】(第2の実施の形態)図7は、本発明の第2の実施の形態に係る振動子であるセラミックパッケージ音叉型振動子200を示す図である。このセラミックパッケージ音叉型振動子200は、上述の第1の実施の形態の音叉型水晶振動片100を用いている。したがって、音叉型水晶振動片100の構成、作用等については、同一符号を用いて、その説明を省略する。図7は、セラミックパッケージ音叉型振動子200の構成を示す概略断面図である。図7に示すようにセラミックパッケージ音叉型振動子200は、その内側に空間を有する箱状のパッケージ210を有している。

【0041】このパッケージ210には、その底部にベース部211を備えている。このベース部211は、例えばアルミナ等のセラミックス等で形成されている。ベース部211上には、封止部212が設けられており、この封止部212は、ベース部211と同様の材料から形成されている。また、この封止部212の上端部には、蓋体213が載置され、これらベース部211、封止部212及び蓋体213で、中空の箱体を形成することになる。このように形成されているパッケージ210のベース部211上にはパッケージ側電極214が設けられている。このパッケージ側電極214の上には導電性接着剤等を介して音叉型水晶振動片100の基部110のマウント部113が固定されている。

【0042】この音叉型水晶振動片100は、図1に示すように構成されているため、周波数偏差絶対値(pp

m)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた高性能な音叉型水晶振動片である。したがって、この振動片を搭載したセラミックパッケージ音叉型振動子200も小型で高性能な振動子となる。

【0043】(第3の実施の形態)図8は、本発明の第3の実施の形態に係る電子機器の一例であるデジタル携帯電話300を示す概略図である。このデジタル携帯電話300は、上述の第2の実施の形態のセラミックパッケージ音叉型振動子200と音叉型水晶振動片100とを使用している。したがって、セラミックパッケージ音叉型振動子200と音叉型水晶振動片100の構成、作用等については、同一符号を用いる等して、その説明を省略する。

【0044】図8はデジタル携帯電話300の回路ブロックを示しているが、図8に示すように、デジタル携帯電話300で送信する場合は、使用者が、自己の声をマイクロフォンに入力すると、信号はパルス幅変調・符号化のブロックと変調器/復調器のブロックを経てトランスミッター、アンテナスイッチを介しアンテナから送信されることになる。

【0045】一方、他人の電話から送信された信号は、アンテナで受信され、アンテナスイッチ、受信フィルターを経て、レシーバーから変調器/復調器ブロックに入力される。そして、変調又は復調された信号がパルス幅変調・符号化のブロックを経てスピーカーに声として出力されるようになっている。このうち、アンテナスイッチや変調器/復調器ブロック等を制御するためのコントローラが設けられている。このコントローラは、上述の他に表示部であるLCDや数字等の入力部であるキー、更にはRAMやROM等も制御するため、高精度であることが求められる。また、デジタル携帯電話300の小型化の要請もある。このような要請に合致するものとして上述のセラミックパッケージ音叉振動子200が用いられている。

【0046】このセラミックパッケージ音叉型振動子200は、図1に示す音叉型水晶振動片100を有するため、周波数偏差絶対値(ppm)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた高性能な音叉型水晶振動片である。したがって、このセラミックパッケージ音叉型振動子200を搭載したデジタル携帯電話300も小型で高性能なデジタル携帯電話となる。

【0047】(第4の実施の形態)図9は、本発明の第4の実施の形態に係る発振器である音叉水晶発振器400を示す図である。このデジタル音叉水晶発振器400は、上述の第3の実施の形態のセラミックパッケージ音叉型振動子200と多くの部分で構成が共通している。したがって、セラミックパッケージ音叉型振動子200と音叉型水晶振動片100の構成、作用等については、同一符号とし、その説明を省略する。

【0048】図9に示す音叉型水晶発振器400は、図



7に示すセラミックパッケージ音叉振動子200の音叉型水晶振動片100の下方で、ベース部211の上に、図9に示すように集積回路410を配置したものである。すなわち、音叉水晶発振器400では、その内部に配置された音叉型水晶振動片100が振動すると、その振動は、集積回路410に入力され、その後、所定の周波数信号を取り出すことで、発振器として機能することになる。すなわち、音叉水晶発振器400に収容されている音叉型水晶振動片100は、図1に示すように構成されているため、周波数偏差絶対値(ppm)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた高性能な音叉型水晶振動片である。したがって、この振動片を搭載したデジタル音叉水晶発振器400も小型で高性能な発振器となる。

【0049】(第5の実施の形態)図10は、本発明に第5の実施の形態に係る振動子であるシリンドertype音叉振動子500を示す図である。このシリンドertype音叉振動子500は、上述の第1の実施の形態の音叉型水晶振動片100を使用している。したがって、音叉型水晶振動片100の構成、作用等については、同一符号等とし、その説明を省略する。図10は、シリンドertype音叉振動子500の構成を示す概略図である。図10に示すようにシリンドertype音叉振動子500は、その内部に音叉型水晶振動片100を収容するための金属製のキャップ530を有している。このキャップ530は、ステム520に対して圧入され、その内部が真空状態に保持されるようになっている。

【0050】また、キャップ530に収容された略H型の音叉型水晶振動片100を保持するためのリード510が2本配置されている。このようなシリンドertype音叉振動子500に外部より電流等を印加すると音叉型水晶振動片100の音叉腕121、122が振動し、振動子として機能することになる。このとき、音叉型水晶振動片100は、図1に示すように構成されているため、周波数偏差絶対値(ppm)が許容値5ppm内に収まり、落下等による耐衝撃性が優れた高性能な音叉型水晶振動片である。したがって、この振動片を搭載したシリンドertype音叉振動子500も小型で高性能な振動子となる。

【0051】また、上述の実施の形態に係る音叉型水晶振動片100は、上述の例のみならず、他の電子機器、携帯情報端末、さらに、テレビジョン、ビデオ機器、所謂ラジカセ、パーソナルコンピュータ等の時計内蔵機器及び時計にも用いられることは明らかである。さらに、本発明は、上記実施の形態に限定されず、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことができる。そして、上記実施の形態の構成は、その一部を省略したり、上述していない他の任意の組み合わせに変更することができる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、所定の範囲内に周波数絶対値が収まり、耐衝撃性に優れた音叉型振動片、音叉型振動子、音叉型発振器及び電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る音叉型水晶振動片を示す概略図である。

【図2】図1のF-F'線概略断面図である。

【図3】周波数偏差絶対値と音叉腕の厚さDとの関係を示すグラフである。

【図4】実験対象の音叉型水晶振動片の落下方向を示す概略説明図である。

【図5】(a)音叉型水晶振動片の通常の振動状態を説明する説明図である。(b)音叉型水晶振動片の垂直方向の成分を含む振動状態を説明する説明図である。

【図6】垂直振動成分変位量(nm)と音叉腕121、122の幅W/厚みDとの関係を示すグラフである。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係るセラミックパッケージ音叉型振動子の構成を示す概略断面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係るデジタル携帯電話の回路ブロックを示す概略図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態に係る音叉水晶発振器の構成を示す概略断面図である。

【図10】本発明の第5の実施の形態に係るシリンドertype音叉振動子の構成を示す概略断面図である。

【図11】従来の音叉型水晶振動片を示す概略図である。

【符号の説明】

100・・・音叉型水晶振動片

110・・・基部

112・・・切り込み部

113・・・マウント部

121、122・・・音叉腕

121a、122a・・・溝部

123、124・・・溝電極

125、126・・・側面電極

127・・・基部電極

L・・・音叉腕の長さ

W・・・音叉腕の幅

D・・・音叉腕の厚さ

200・・・セラミックパッケージ音叉型振動子

210・・・パッケージ

211・・・ベース部

212・・・封止部

213・・・蓋体

214・・・パッケージ側電極

300・・・デジタル携帯電話

400・・・音叉水晶発振器

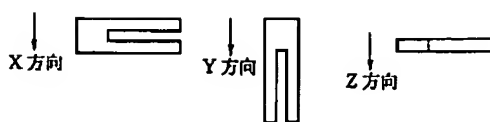
410・・・集積回路

50 500・・・シリンドertype音叉振動子

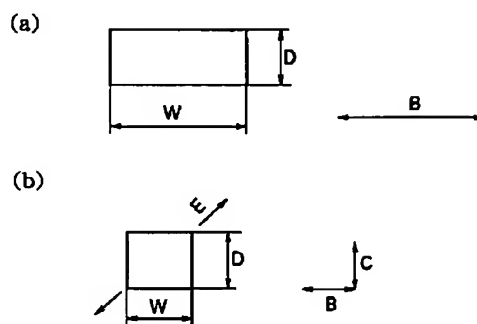
14

530・・・キャップ

【図4】

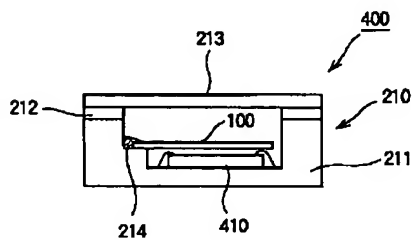


【图5】



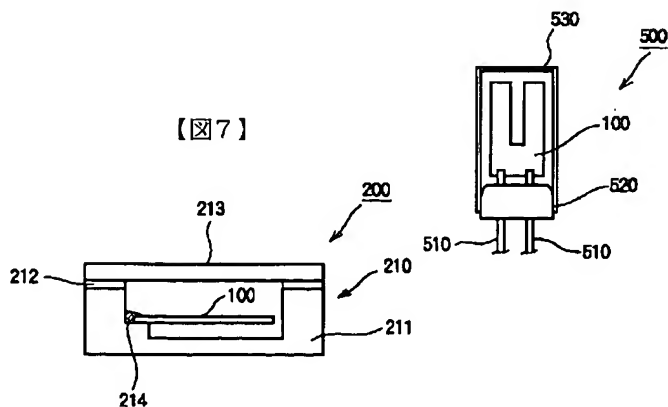
【図9】

音叉腕の厚さ ( $\mu\text{m}$ )	音叉型水晶振動片 B (ppm)	音叉型水晶振動片 100 (ppm)	音叉型水晶振動片 A (ppm)
80	3.2	2.0	1.0
100	3.8	2.8	1.5
120	4.5	3.5	2.0
140	5.8	4.8	2.5



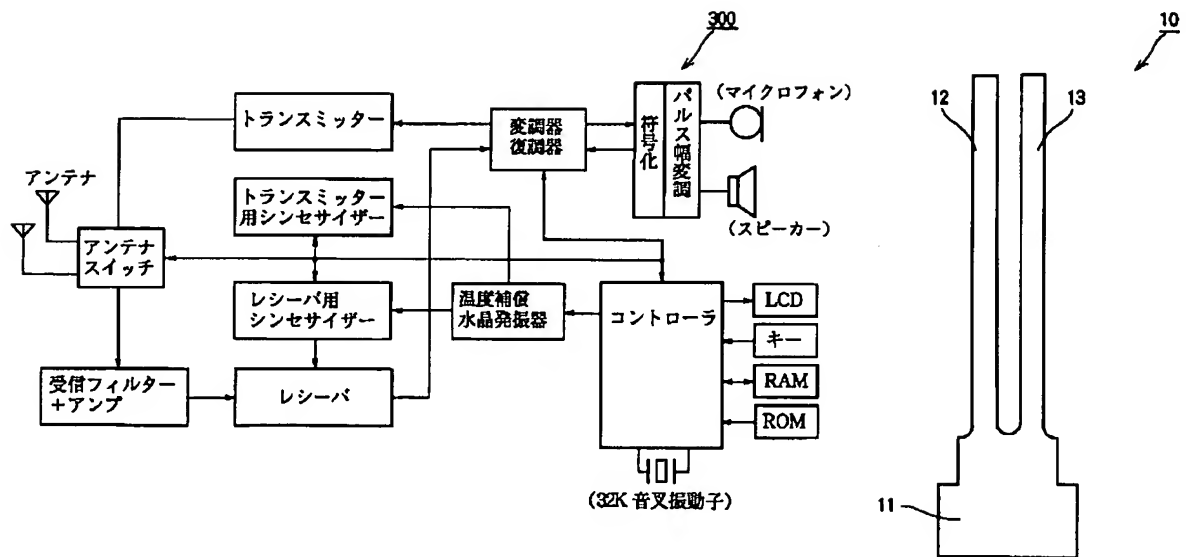
【図10】

【図7】





【図 1 1】



フロントページの続き

(72)発明者 坂田 淳一郎  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 5J108 BB02 BB03 CC06 CC12 DD05  
EE02 EE07 EE11 FF04 GG03  
GG04 GG06 KK01 KK02 KK03